ÉVALUATION DU DÉPÔT DE BACILLUS THURINGIENSIS VAR. KURSTAKI À L'INTÉRIEUR ET À L'EXTÉRIEUR DE SECTEURS TRAITÉS AU QUÉBEC CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE EN 1984 ET 1985

Québec

88-00620/

ÉVALUATION DU DÉPÔT DE *BACILLUS THURINGIENSIS* VAR. *KURSTAKI* À L'INTÉRIEUR ET À L'EXTÉRIEUR DE SECTEURS TRAITÉS AU QUÉBEC CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE EN 1984 ET 1985

Agathe Cimon, biologiste
Pierre-Martin Marotte, biologiste

Service des études environnementales

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction de la conservation

Québec, Août 1987

82

Dépôt légal - 3e trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-17808-4

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont fait partie de l'équipe du réseau de surveillance du ministère de l'Énergie et des Ressources en 1984 et 1985 soit:

Techniciens de la faune

Sylvie Delisle
Guy Parent
Renaud Dostie
Madeleine Bellemare
Denis Labrie
Pierre Petitclerc
Patrice Corbeil

Étudiants

Sylvie Bernier
Hélène Careau
Jacques Dugal
Bastien Gauthier
Alain Lepage
Alain St-Pierre
Martine Tremblay

Technicien forestier: Gilles Rioux

Nos remerciements s'adressent aussi:

au personnel du laboratoire de microbiologie du MER à Québec et à celui de la Division des techniques de pulvérisation et de l'aviation qui ont procédé aux analyses;

à Guy Parent pour l'aide apportée lors du traitement des données;

à Bruno Boulet pour ses conseils en statistique;

à Sylvie Jean et Guy Parent pour la réalisation des figures;

à Gilles Gaboury, Luc Major, Jacques Dugal, Michel Pelletier, Pierrette Cardinal et Jean Cabana pour la révision du texte;

à Marie-France Bérubé et Anne Laroche, secrétaires.

RÉSUMÉ

Lors des programmes de pulvérisations aériennes d'insecticide biologique, Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.), contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 1984 et 1985, le ministère de l'Énergie et des Ressources a procédé à des mesures du dépôt d'insecticide au sol à l'intérieur et à l'extérieur des secteurs traités. Trois produits ont été échantillonnés soit: le Thuricide 32LV, le Thuricide 48LV et le San 415. Le dépôt a été évalué en nombre de gouttes, de colonies et de spores viables[1] par cm².

Après une pulvérisation, le dépôt d'insecticide au sol à l'intérieur des blocs n'est pas uniforme sur toute l'étendue de la surface traitée. Les variations observées sont attribuables, entre autres, à la position des lignes de vol, aux conditions météorologiques et à l'hétérogénéité du milieu.

Pour l'ensemble des produits, et pour les deux années de pulvérisation, le nombre moyen de gouttes par cm² varie de 3,5 à 32,3; il y a une bonne correspondance entre le dépôt moyen évalué en terme de gouttes et de colonies par cm². La quantité d'U.F.C. retrouvée par cm² se situe, en moyenne, entre 1,1 et 47,3% de la concentration émise. Les maximums détectés ont dépassé jusqu'à 6,5 fois les concentrations émises.

Le dépôt de spores viables au sol diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne des aires traitées. Les valeurs maximales d'U.F.C. détectées par cm², exprimées en pourcentage de la concentration émise, sont en effet de 24,8% entre 0 et 1 km, de 5,3% entre 3 et 4 km et de 0,02% seulement à plus de 10 km.

On n'obtient pas la même image du dépôt au sol selon que l'on considère le nombre de gouttes, ou de colonies, et le nombre d'U.F.C. retrouvé par cm². Des trois méthodes utilisées, celle basée sur la détermination des U.F.C. s'est avérée la plus valable pour estimer le degré de contamination environnementale par les spores viables de B.t. au sol.

---

1. Les spores viables sont exprimées en U.F.C.: unités formant des colonies

ABSTRACT

In Québec, during the 1984 and 1985 aerial spraying programs of biological insecticide Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) against spruce budworm, the ministère de l'Energie et des Ressources carried out a study on spray deposit assessment at ground level, inside and outside the treated areas. Three products were sampled, that is Thuricide 32LV, Thuricide 48LV and San 415. Spray deposit was evaluated in terms of droplets, colonies and viable spores[1] per cm².

After spraying, ground deposit was not uniform all over the sprayed area. The variations were due, among other things, to the position of the spray lines, meteorological conditions and the diversity of the environment.

For all the products used during the two years of spraying, the average droplet density ranged from 3.5 to 32.3 drops per cm². There was a good relation between the average deposit of droplets and colonies per cm². The average number of C.F.U. per cm² ranged from 1.1 to 47.3% of the emitted concentrations. Maximums observed went up to 6.5 times the emitted concentrations.

Ground deposit of viable spores decreased rapidly as one got away from the sprayed areas. Maximums values of C.F.U. per cm² in percentage of the emitted concentrations were indeed 24.8% between 0 and 1 km, 5.3% between 3 and 4 km, and only 0.02% over 10 km.

When considering the number of droplets, colonies and C.F.U. per cm², we do not obtain the same picture of the ground deposition. Among the three methods experimented, that based on the counting of C.F.U. proved to be the most suitable for determining the environmental contamination by viable spores of B.t. on the ground.

---

1. Viable spores are expressed in C.F.U., that is colony-forming units.

TABLE DES MATIÈRES

REMERÇIEMENTS iii
RÉSUMÉ v
ABSTRACT vii
TABLE DES MATIÈRES ix
LISTE DES TABLEAUX xi
LISTE DES FIGURES xii
INTRODUCTION 1

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES 3

1.1 Produits utilisés, appareils et doses émises par hectare 3
1.2 Évaluation du dépôt 3
1.3 Méthodologie d'analyse 8

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION 11

2.1 Description des transects 11
2.2 Évaluation du dépôt à l'intérieur des aires traitées 11

2.2.1 Variations du dépôt le long des transects 11
2.2.2 Dépôts moyens à l'intérieur des aires traitées 15
2.2.3 Comparaison entre les méthodes d'évaluation du dépôt ... 21

2.3 Dérive du B.t. à l'extérieur des aires traitées 23

CONCLUSION 29

BIBLIOGRAPHIE 31

ANNEXE 1: Description des transects intérieurs et extérieurs surveillés en 1984 et en 1985 suite aux pulvérisations d'insecticide biologique 35

ANNEXE 2: Dépôts moyens d'insecticide biologique pour les transects situés à l'intérieur des aires traitées en 1984 et 1985 40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Produits utilisés, doses et volumes émis lors des pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985 4

Tableau 2: Examen des relations existant entre les dépôts sur les différents substrats suite aux pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985 (τ de Kendall) - Transects intérieurs 14

Tableau 3: Dépôts moyens d'insecticide biologique à l'intérieur des aires traitées en 1984 et 1985 16

Tableau 4: Concentrations de spores viables dans les préparations opérationnelles et concentrations théoriques de B.t. émises lors des pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985 20

Tableau 5: Comparaison entre la quantité de spores viables de B.t. retrouvée au sol et celle théoriquement émise à l'intérieur des aires traitées en 1984 et 1985 22

Tableau 6: Examen des relations existant entre les dépôts sur les différents substrats suite aux pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985 (τ de Kendall) - Transects extérieurs..... 25

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Dispositif servant à l'évaluation du dépôt de l'insecticide biologique en 1984 5

Figure 2: Transects à l'intérieur et à l'extérieur d'un bloc d'arrosage en 1984 7

Figure 3: Variations du dépôt d'insecticide biologique (B.t.) observées au sol le long d'une route forestière à l'intérieur d'aires traitées 13

Figure 4: Distribution des gouttes par classe de diamètre pour les préparations d'insecticide biologique (B.t.) pulvérisées en 1984 et 1985 18

Figure 5: Variations du dépôt d'insecticide biologique (B.t.) observées le long de transects échantillonnés à l'extérieur des aires traitées 24

Figure 6: Pourcentage de spores viables de B.t. retrouvées à l'extérieur des aires traitées 27

INTRODUCTION

Suite à l'utilisation grandissante du Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) dans les programmes de pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec, le ministère de l'Énergie et des Ressources a réalisé, en 1984 et 1985, une étude visant à évaluer le degré de contamination environnementale par les spores viables de B.t. au sol résultant de l'utilisation d'un tel produit. Des mesures du dépôt au sol, immédiatement après une pulvérisation, ont été réalisées à l'aide de substrats artificiels à l'intérieur et à l'extérieur des aires traitées. Ce rapport fait état des quantités d'insecticide retrouvées et compare l'efficacité de trois méthodes de mesure du dépôt du B.t. au sol.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

1.1 Produits utilisés, appareils et doses émises par hectare

1984

En 1984, trois produits ont été évalués soit: le Thuricide[MD] 32LV, le Thuricide[MD] 48LV et le San 415. Les pulvérisations ont été faites à l'aide de quadrimoteurs (L749, DC4, DC6), sauf pour le San 415 où l'on a utilisé des monomoteurs (Piper Pawnee). L'intervalle entre deux lignes de vol était de 305 m pour les quadrimoteurs et de 122 m pour les monomoteurs. Le tableau 1 fait état des doses et des volumes émis par hectare pour chacun des produits.

1985

Seul le Thuricide[MD] 48LV a été examiné en 1985. Ce produit fut utilisé dans 96% des traitements opérationnels. Les pulvérisations furent faites à l'aide de quadrimoteurs (DC4, DC6) et de monomoteurs (Bull Thrush, Turbo Thrush). Les intervalles entre les lignes de vol étaient les mêmes qu'en 1984. La dose émise était de 30 MUI[1]/ha dans un volume de 2,37 l/ha (Tableau 1).

1.2 Évaluation du dépôt

1984

La plaquette est l'unité de base servant à évaluer le dépôt. Celle-ci est constituée d'une plaque de bois recouverte de papier d'aluminium et sur laquelle on retrouve trois substrats de collection soit: un carton aluminé mat (CAM), une membrane filtrante (MF) et une pellicule hydrosoluble (PH) (Figure 1). Le CAM est utilisé afin d'évaluer le nombre de gouttes par cm^2 qui atteint le sol. Une distribution des gouttes par classe de diamètre est aussi faite. La MF permet de vérifier si l'image du dépôt obtenu, en terme de colonies par cm^2, est semblable à celle donnée par le CAM car seules les gouttes contenant des spores viables vont provoquer l'apparition de colonies. La

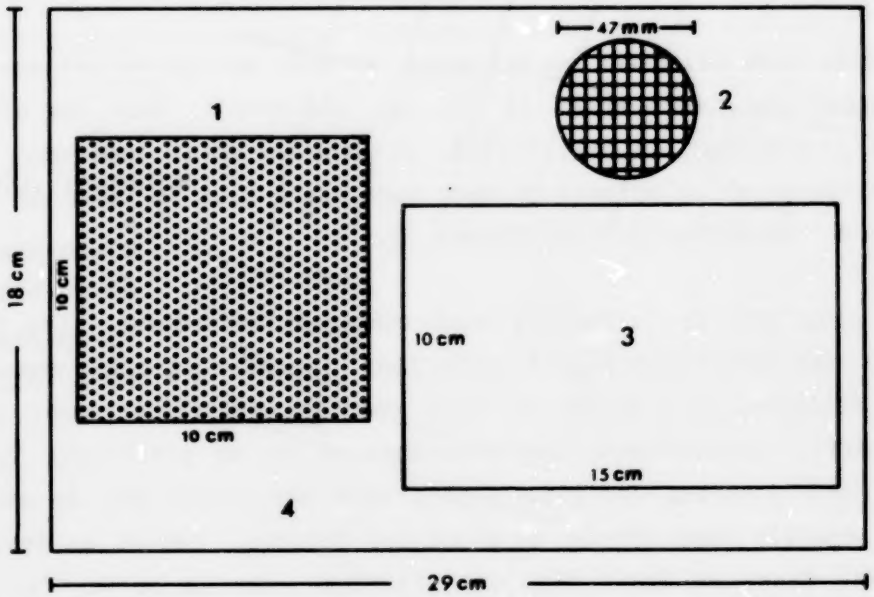
---

1. MUI: Milliard d'unités internationales

TABLEAU 1: Produits utilisés, doses et volumes émis lors des pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985

Produit	Dose (MUI[1]/ha)	Volume (l/ha)	Préparation			
			Insecticide	Sorbitol	Eau	Chevron Sticker
1984						
Thuricide 32LV	20	4,68	50%	20%	30%	1/1600
Thuricide 48LV	30	2,37	100%	-	-	-
San 415 (bloc 931)	20	2,37	100%	-	-	-
San 415 (bloc 936)	30	3,55	100%	-	-	-
1985						
Thuricide 48LV	30	2,37	100%	-	-	-

1. MUI: Milliard d'unités internationales



1 Carton aluminé mat (CAM)

2 Membrane filtrante (MF) (filtre Millipore^{MD})

3 Pellicule Hydrosoluble (PH) (Quick-Sol P^{MD})

4 Plaquette de bois recouverte de papier d'aluminium

Figure 1: Dispositif servant à l'évaluation du dépôt de l'insecticide biologique en 1984

PH, quant à elle, permet d'obtenir une évaluation de la contamination environnementale par les spores viables de B.t. par unité de surface. Chaque plaquette stérilisée est conservée dans un sac de plastique étanche et gardée à l'intérieur d'un coffre en bois jusqu'à son utilisation.

Les plaquettes sont disposées au sol avant le début des pulvérisations. Elles sont récoltées une heure après la fin des opérations, pour les plaquettes déposées à l'intérieur du bloc traité, et dans un délai supérieur, variant selon la distance et la vitesse du vent (une heure plus le temps de dérive), pour celles à l'extérieur du bloc (Annexe 1).

Les trois substrats de collection sont conservés séparément. Les CAM sont placés dans des coffrets prévus à cette fin. Les MF sont prélevées à l'aide de pinces nettoyées à l'alcool et sont déposées individuellement dans des plats de pétri, lesquels sont conservés dans un sac de plastique. Quant aux PH, elles sont insérées individuellement dans des enveloppes de papier qui sont mises ensuite dans un sac de plastique étanche. Les MF et les PH sont immédiatement mises au frais dans une glacière. Par la suite, les MF sont conservées au congélateur et les PH au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse.

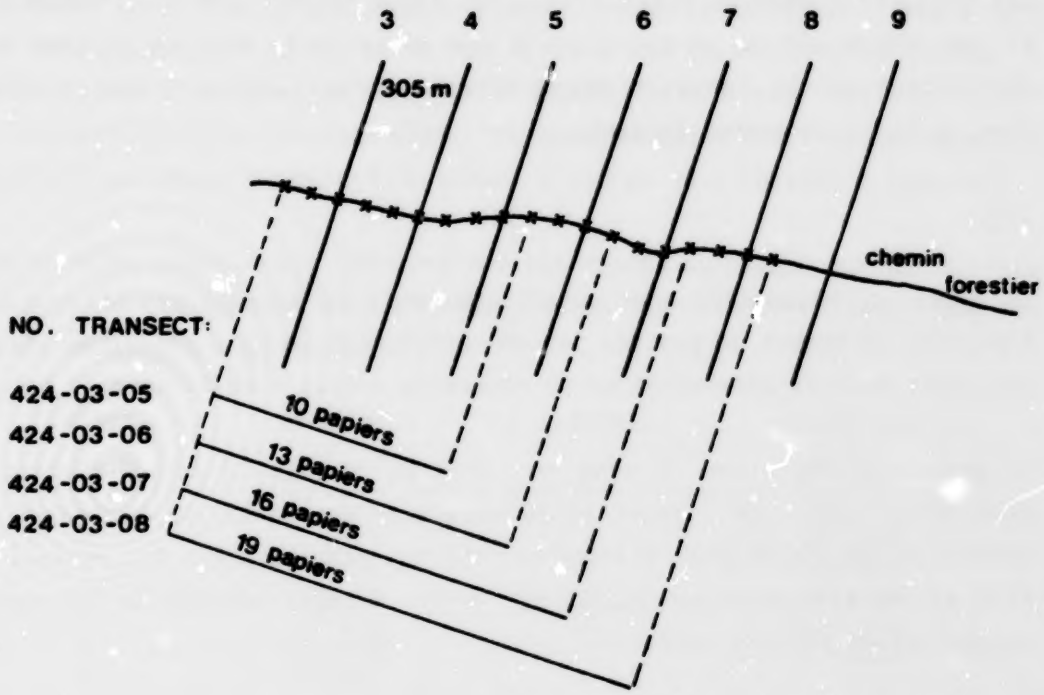
a) Transects intérieurs

Les plaquettes sont disposées linéairement en bordure de routes dégagées croisant perpendiculairement les lignes de vol. Les plaquettes sont déposées à tous les 100 m sauf pour les transects 424, 931-01-19 et 936-01-15 où elles sont distantes de 50 m. Un transect intérieur couvre un minimum de deux lignes de vol (Figure 2a).

b) Transects extérieurs

Les transects extérieurs sont situés en aval de la parcelle traitée par rapport au vent. La vitesse du vent est évaluée à la hauteur de la cime des arbres à quatre reprises durant la pulvérisation.

2a- Intérieur



2b- Extérieur

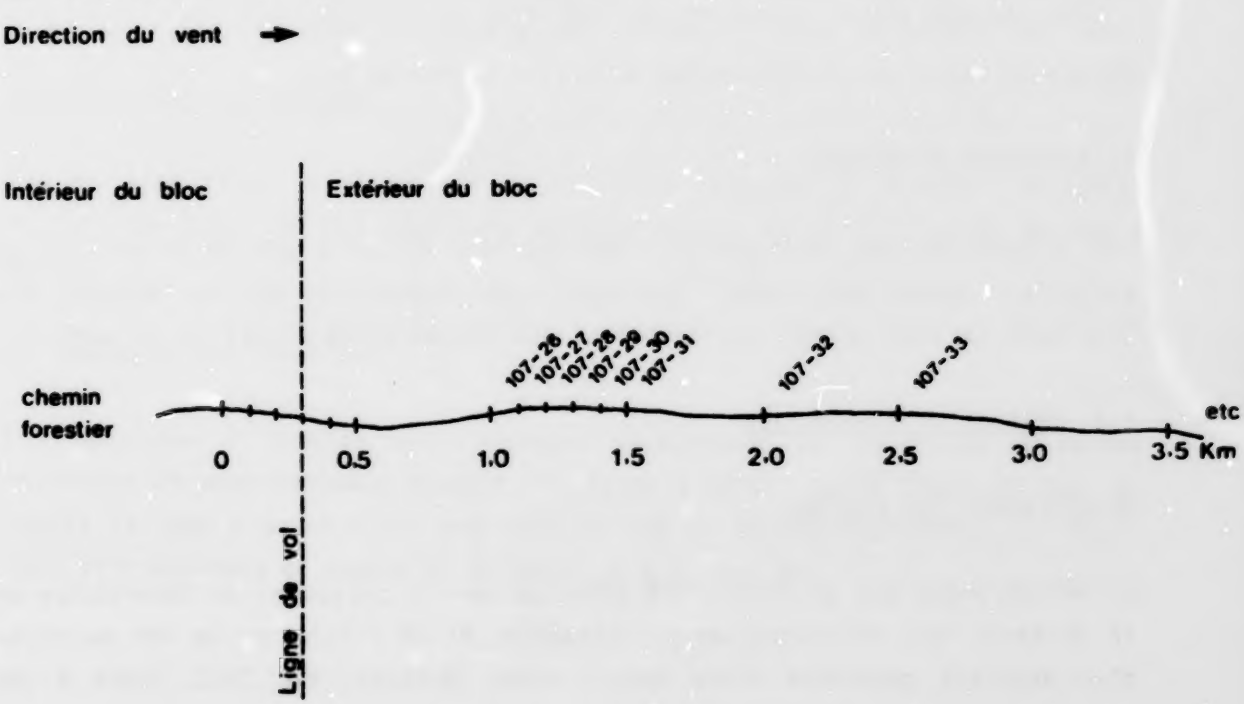


Figure 2: Transects à l'intérieur et à l'extérieur d'un bloc d'arrosage en 1984

Les plaquettes sont déposées à tous les 100 m jusqu'à une distance de deux km, et aux 500 m par la suite, jusqu'à une distance de cinq km (Figure 2b). La disposition et la longueur des transects varient selon l'accessibilité des chemins et la direction du vent.

1985

En 1985, les plaquettes sont constituées d'un CAM et de trois MF. Le CAM sert à évaluer le nombre de gouttes par cm^2 atteignant le sol, alors que les MF sont utilisées pour la détermination du nombre de spores viables de B.t. par cm^2.

Le protocole régissant la mise en place et la récolte des plaquettes est le même qu'en 1984. La vitesse et la direction des vents ont cependant été déterminées de façon plus précise en libérant régulièrement des ballons à l'hélium et en utilisant une boussole. Quatre mesures ont été prises pendant la pulvérisation et cinq après.

a) Transects intérieurs

Les plaquettes sont déposées en bordure de routes forestières dégagées. Pour tous les transects échantillonnés, les plaquettes sont distantes de 50 m. Chaque transect couvre un minimum de quatre lignes de vol.

b) Transects extérieurs

Les plaquettes sont déposées sur une distance de un à dix km en aval de la parcelle traitée par rapport au vent. La disposition et la longueur des transects varient selon l'accessibilité des routes et la direction du vent.

1.3 Méthodologie d'analyse

Dénombrement des gouttes

Le dénombrement des gouttes a été effectué par le personnel du laboratoire de la Division des techniques de pulvérisation et de l'aviation du MER au moyen d'un appareil constitué d'une caméra vidéo (Hitachi, VKC 2000) fixée à une

d'un appareil constitué d'une caméra vidéo (Hitachi, VKC 2000) fixée à une loupe binoculaire (Wild M420) et reliée à un écran de télévision couleur à haute résolution (Trinitron de Sony, CVM 1900). L'éclairage est fourni par une unité d'alimentation Intralux 6000. Le grossissement final de cet appareil est de 106x. La limite de détection visuelle est de 15 µ (diamètre apparent).

Pour chaque CAM, trente-huit lectures ont été faites au hasard sur une surface de quatre cm². Les gouttes sont classées, selon leur dimension dans l'une des 11 classes de diamètre suivantes:

CLASSES	DIAMÈTRE (µ)	CLASSES	DIAMÈTRE (µ)
1	0-25	7	201-300
2	26-50	8	301-400
3	51-75	9	401-500
4	76-100	10	501-1000
5	101-150	11	1001-2000
6	151-200		

Il s'agit du diamètre apparent des gouttes car le facteur d'étalement n'est pas connu. Les résultats finaux sont exprimés en nombre de gouttes par cm².

Analyses microbiologiques

Les analyses visant à déterminer le nombre de colonies et le nombre de spores viables de B.t. ont été réalisées au laboratoire de microbiologie du MER à Québec.

a) Décompte des colonies

Les membranes filtrantes sont déposées directement sur un milieu de gélose nutritive et sont incubées pendant 12 heures à 29°C. Après cette période, on compte le nombre de colonies apparaissant sur le milieu nutritif. Les résultats sont exprimés en nombre de colonies de B.t. par cm².

b) Décompte des spores viables

Le décompte des spores viables a été réalisé selon la méthode décrite par Blanchet et Lamontagne (1984) pour les pellicules hydrosolubles en 1984, et selon celle décrite par Cardinal (1986) pour les membranes filtrantes en 1985. Lors du décompte, les spores viables apparaissent sur le milieu de culture sous forme de colonies. Etant donné qu'une colonie peut provenir d'une ou d'un amas de spores, les concentrations de B.t. sont exprimées en nombre d'unités formant des colonies par cm^2 (U.F.C./cm^2). La limite de détection est respectivement de 2 U.F.C. et de 0,1 U.F.C./cm^2 pour les analyses de 1984 et 1985.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1 Description des transects

Pour les deux années d'échantillonnage, les données relatives à la description des transects sont présentées à l'annexe 1.

1984

Pour les trois produits, un total de 17 transects ont été surveillés dont 12 à l'intérieur et cinq à l'extérieur des aires traitées. Un effort d'échantillonnage plus important a été fait pour le Thuricide 32LV et le Thuricide 48LV. Pour le San 415, on ne possède des données que pour deux transects intérieurs seulement. Les pulvérisations furent faites à l'aide de monomoteurs pour les blocs 931 et 936, traités au San 415, et de quadrimoteurs pour les autres blocs. La vitesse du vent n'a pas excédé 15 km/h lors des traitements sauf pour le Thuricide 48LV, transect T-508-02, où le vent s'est levé pendant la pulvérisation pour atteindre une vitesse de 30-35 km/h. La distance maximale couverte à l'extérieur de la zone traitée est de 3,5 km.

1985

En 1985, seul le Thuricide 48LV a fait l'objet d'une surveillance environnementale. Pour les blocs traités aux quadrimoteurs, neuf transects intérieurs et 12 transects extérieurs ont été surveillés. Pour ceux traités aux monomoteurs, les données proviennent de neuf transects extérieurs seulement. La vitesse du vent s'est élevée jusqu'à 25 km/h durant ou après les pulvérisations. La distance maximale couverte à l'extérieur des aires traitées est de 11,5 km.

2.2 Évaluation du dépôt à l'intérieur des aires traitées

2.2.1 Variations du dépôt le long des transects

Quel que soit le produit utilisé, la quantité d'insecticide que l'on retrouve au sol, immédiatement après une pulvérisation, est très variable d'une plaquette à l'autre sur toute la longueur des transects d'échantillonnage. L'image du dépôt à l'intérieur des blocs traités se présente donc comme une

alternance de pics et de creux et ce, pour chacun des substrats de collection (Figure 3). Cette absence d'uniformité du dépôt au sol est toutefois considérée comme naturelle. En effet, pour chaque ligne de vol, il existe généralement un pic correspondant. Subséquemment, d'autres facteurs telles la présence d'un couvert végétal, la topographie, les conditions météorologiques ou l'altitude de l'avion sont susceptibles de modifier le patron initial du dépôt (Dugal et al., 1985).

On remarque aussi, à la figure 3, que les pics ne correspondent pas toujours entre les substrats. Lorsqu'on examine les données par plaquette, on note parfois des divergences importantes entre le dépôt évalué en terme de gouttes, de colonies et d'U.F.C. par cm^2. Ainsi, il arrive que l'on ne retrouve que quelques gouttes sur le carton aluminé mat alors que le nombre d'U.F.C., et/ou de colonies, détecté lors de l'analyse microbiologique de la pellicule hydrosoluble ou des membranes filtrantes associées est élevé, et vice versa.

Pour chacun des produits, une analyse des relations existant entre les dépôts sur chacun des substrats a été effectuée, utilisant le τ de Kendall, sur les résultats combinés pour l'ensemble des transects d'échantillonnage. On remarque (Tableau 2) que, bien que les coefficients de corrélation soient généralement faibles entre les résultats des substrats considérés deux à deux, la différence n'est significative qu'entre le nombre de colonies et le nombre d'U.F.C. par cm^2 pour le SAN 415 (931) ($p=0,05$). Dans ce cas, le données ne proviennent que d'un seul transect.

Ces faibles taux de corrélation réflètent les grandes variations observées en ce qui a trait aux dépôts sur les différents substrats. En plus du fait que le dépôt ne soit pas nécessairement uniforme sur la surface couverte par une plaquette, certains autres facteurs peuvent expliquer les différences observées soit: la présence de gouttes ne contenant pas de spores viables, la présence de gouttes dont la taille est inférieure à la limite de détection ou la concentration de spores viables par goutte, la taille des gouttes n'ayant pas été considérée ici.

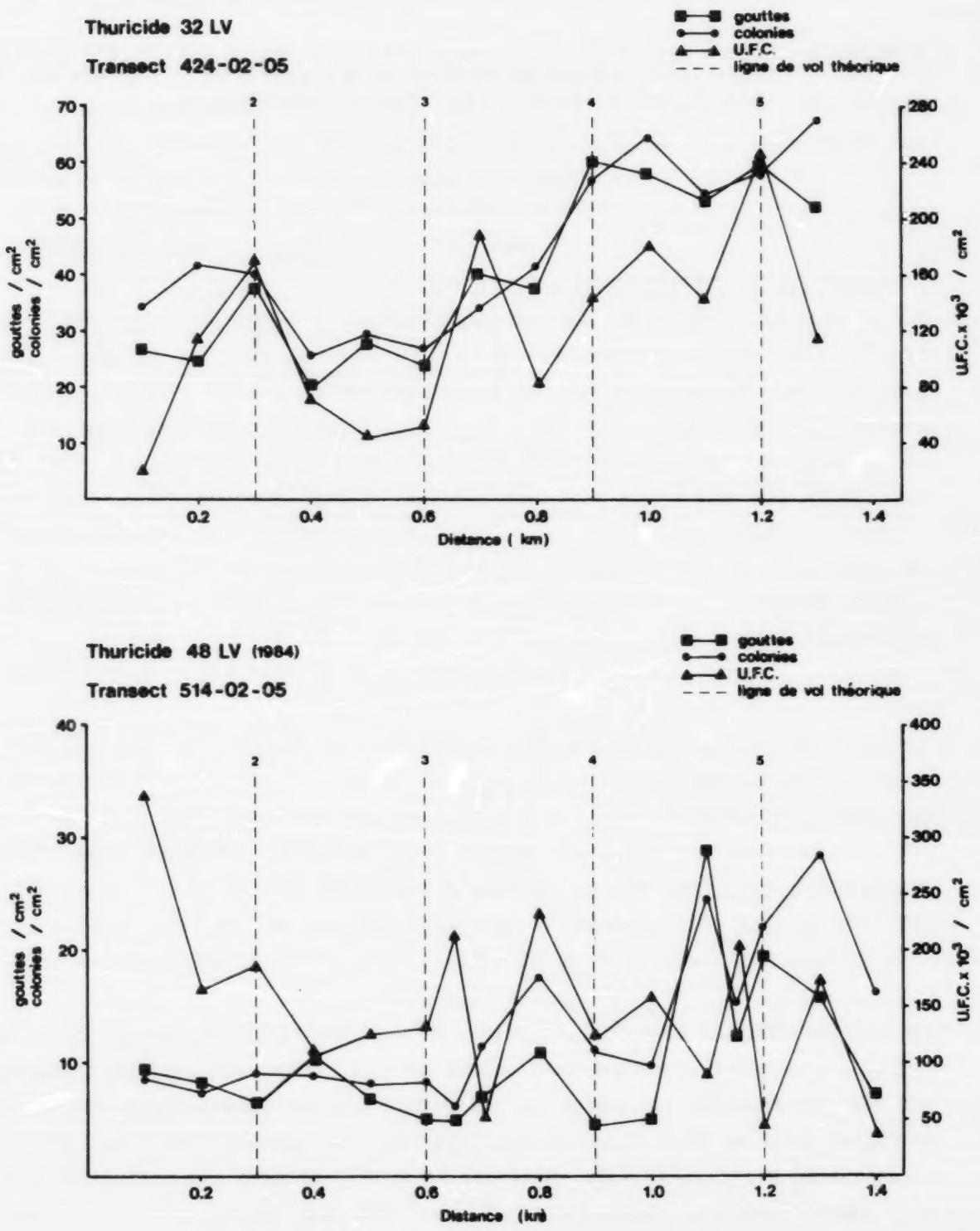


Figure 3 : Variations du dépôt d'insecticide biologique (B.t.) observées au sol le long d'une route forestière à l'intérieur d'aires traitées.

TABLEAU 2: Examen des relations existant entre les dépôts sur les différents substrats suite aux pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985 (τ de Kendall) - Transects intérieurs

1984									1985
Thuricide 32LV N = 100			Thuricide 48LV N = 59			San 415 (bloc 931) N = 24			San 415 (bloc 936) N = 19			Thuricide 48LV N = 230
	Col	UFC		Col	UFC		Col	UFC		Col	UFC	UFC
Gtes	0,37	0,19	Gtes	0,57	0,56	Gtes	0,68	0,48	Gtes	0,69	0,76	Gtes 0,48
Col	--	0,50	Col	--	0,27	Col	--	0,27*	Col	--	0,60	

* Différence significative p=0,05
Gtes: gouttes
Col: colonies

2.2.2 Dépôts moyens à l'intérieur des aires traitées

Le tableau 3 fait état des dépôts moyens, avec les médianes, les minimums et les maximums, retrouvés pour chacun des produits en fonction des différents substrats de collection. Pour le Thuricide 32LV et le Thuricide 48LV, les données relatives à chacun des transects sont présentées à l'annexe 2.

Évaluation qualitative du dépôt

Pour l'ensemble des produits, le dépôt moyen en nombre de gouttes varie de 3,5 à 32,3 gouttes par cm^2 (Tableau 3). Le nombre moyen de gouttes par cm^2 est plus élevé pour le Thuricide 32LV suivi du San 415 (936) et du Thuricide 48LV (1985), du Thuricide 48LV (1984), et du San 415 (931). Le nombre de gouttes par cm^2 va dépendre du volume émis par hectare ainsi que du spectre de distribution des gouttes. Pour le Thuricide 32LV et le San 415 (936), les quantités émises sont respectivement de 4,68 et 3,55 ℓ/ha comparativement à 2,37 ℓ/ha dans les autres cas (Tableau 1), ce qui expliquerait en partie les résultats obtenus. Soulignons de plus que les préparations de Thuricide 32LV contiennent 20% de Sorbitol (Tableau 1), dont les propriétés d'anti-évaporation ont pu assurer un meilleur dépôt au sol (Smirnoff et Juneau 1982).

Si on considère maintenant la distribution des gouttes par classe de diamètre, on s'aperçoit que celle-ci diffère beaucoup entre les produits (Figure 4). Un test du X^2, fait sur les données regroupées afin d'avoir des fréquences théoriques minimales de cinq par classe (Scherrer, 1984), révèle des différences significatives entre les produits, et même entre les préparations d'un produit lorsque les volumes émis sont différents (San 415) ou pour des années de pulvérisation différentes (Thuricide 48LV) ($p=0,05$) ($x^2_{(36)}=7808.2$).

En ce qui concerne le San 415, on doit être prudent dans l'interprétation des résultats puisque les données proviennent de deux transects seulement. Cependant, une augmentation ou une diminution du volume de préparation émis par hectare, utilisant le même appareillage, est susceptible de modifier le patron de distribution des gouttes. Pour le Thuricide 48LV, par contre, l'appareillage utilisé et les volumes émis sont semblables pour les deux années. Un facteur peut toutefois être mis en cause pour expliquer les différences obser-

TABLEAU 3: Dépôts moyens d'insecticide biologique à l'intérieur des aires traitées en 1984 et 1985

Produits	N	Gouttes/cm					Colonies/cm					U.F.C. X 10^3/cm				
		$\bar{x}$ ± E.T.[1]	Med[2]	Min	Max		$\bar{x}$ ± E.T.	Med	Min	Max		$\bar{x}$ ± E.T.	Med	Min	Max	
1984																
Thuricide 32LV (6 transects)	100	32,3 ± 17,7	28,1	0	81,3		31,3 ± 18,5	30,9	0,71	69,0		89,9 ± 158,2	43,9	0,02	1346	
Thuricide 48LV (4 transects)	59	7,0 ± 6,2	5,3	0	28,8		12,0 ± 7,4	10,5	1,8	33,0		207,4 ± 408,6	103,6	0,62	2840	
San 415 (931) (1 transect)	24	3,5 ± 2,4	3,5	0,75	10,0		3,8 ± 2,5	3,5	0,6	10,1		36,4 ± 47,4	18,3	0,38	175	
San 415 (936) (1 transect)	19	13,4 ± 13,6	8,5	0,75	48,7		16,0 ± 11,9	12,2	3,1	42,7		280,0 ± 388,6	99,0	7,4	1300	
1985																
Thuricide 48LV (9 transects)	230	12,1 ± 12,4	9,1	0	80,5		- -	-	-	-		1,4 ± 2,5	0,43	0,0013	13,7	

1. E.T.: Écart-type
2. Med.: Médiane

vées soit la période de la journée où se sont faites les pulvérisations. Ainsi, en 1984, les pulvérisations au Thuricide 48LV ont principalement eu lieu le matin (3/4) alors qu'en 1985, elles se situaient majoritairement en soirée (7/9) (Annexe 1). Les conditions d'humidité différentes entre le matin et le soir ont donc pu influencer le taux d'évaporation des gouttes et par conséquent leur diamètre apparent (Pelletier, M., comm. pers.).

Dans les préparations de Thuricide 32LV, 28% des gouttes ont un diamètre apparent entre 0 et 25 µ, comparativement à moins de 10% pour le Thuricide 48LV et le San 415 (Figure 4). Pour ce produit, la majorité des gouttes, soit 67%, sont comprises entre 26 et 200 µ.

Même si le nombre de très petites gouttes (0-25 µ) est moins élevé dans les préparations de Thuricide 48LV que dans celles du Thuricide 32LV, la taille des gouttes du Thuricide 48LV tend en moyenne à être inférieure à celle du Thuricide 32LV. Ainsi, pour le Thuricide 48LV, et pour les deux années de pulvérisations, 95% des gouttes ont un diamètre entre 0 et 150 µ. De ce pourcentage, 76% des gouttes en 1984, et 86% en 1985, mesurent entre 26 et 100 µ. La classe 1 (0-25 µ) est fortement sous-représentée dans les préparations de 1985.

Dans les préparations de San 415, les gouttes tendent à être légèrement plus grosses que dans les préparations des deux autres produits puisque 90% des gouttes sont comprises entre 51 et 200 µ.

Pour tous les produits, moins de 10% des gouttes ont un diamètre supérieur à 200 µ.

Ces différences, entre les produits, deviennent très importantes lorsqu'il s'agit de considérer le volume d'insecticide ou la quantité de spores viables retrouvés au sol. Ceci suppose toutefois que l'on connaisse la diamètre réel des gouttes, ce qui n'est pas le cas ici.

Pour chaque produit, on obtient une même image du dépôt moyen au sol en ce qui concerne le nombre de gouttes et le nombre de colonies par cm^2 (Tableau 3). L'écart le plus important, entre ces deux variables, est observé pour le Thu-

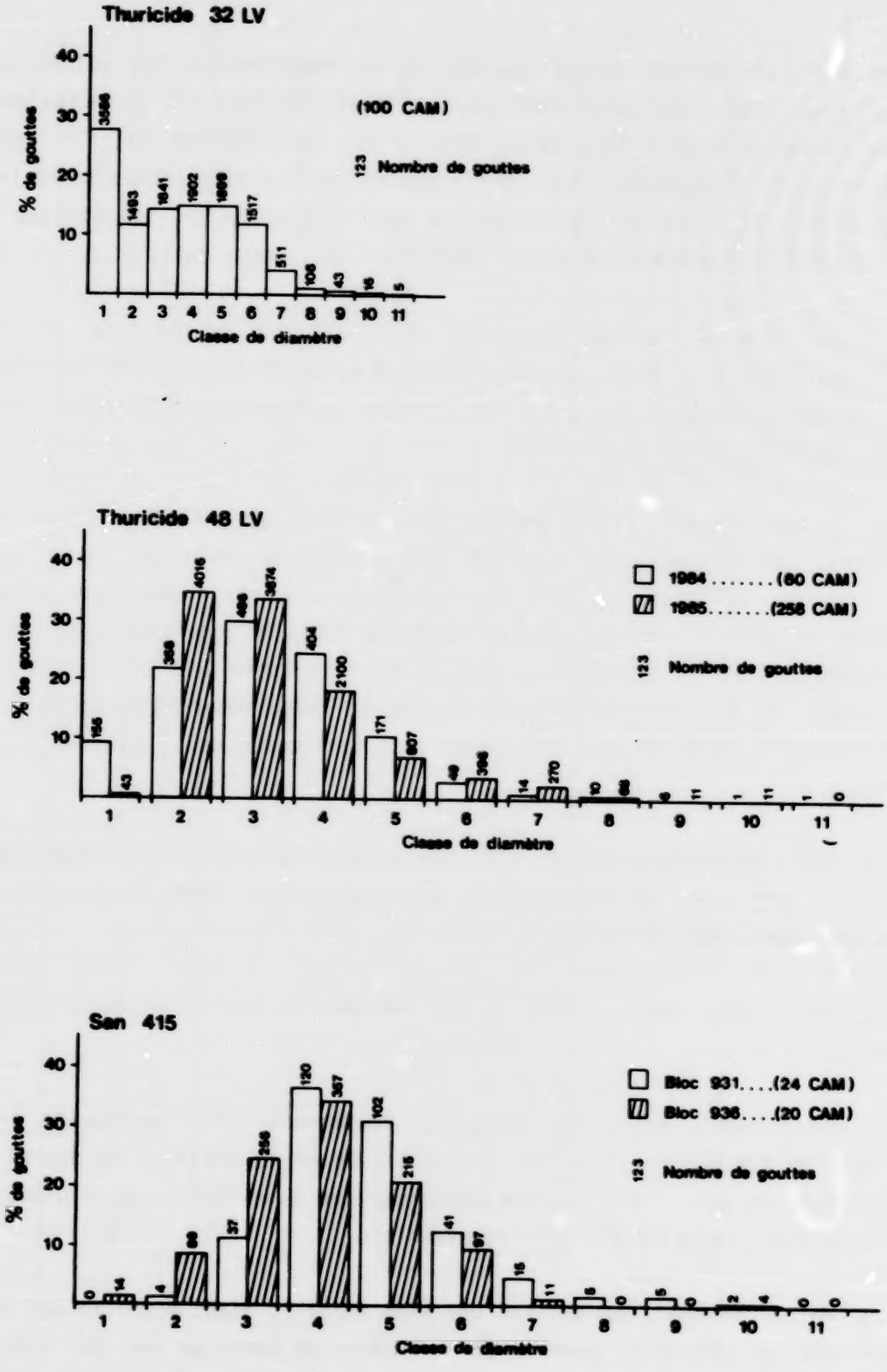


Figure 4: Distribution des gouttes par classe de diamètre pour les préparations d'insecticide biologique (B.t.) pulvérisées en 1984 et 1985.

ricide 48LV. Toutefois, étant donné les grandes variances rattachées à ces valeurs, celles-ci peuvent être jugées comparables. Ces deux méthodes s'avèrent donc équivalentes pour estimer le dépôt moyen, selon l'un ou l'autre des deux paramètres choisis, à l'intérieur des aires traitées. Pour le nombre de gouttes, et pour le nombre de colonies, il y a une bonne correspondance entre les valeurs moyennes et les médianes, et ce, pour chacun des produits.

Évaluation quantitative du dépôt

Pour l'ensemble des produits utilisés, le dépôt moyen, en terme de spores viables au sol, varie de 1,4 x 10^3 à 280,0 x 10^3 U.F.C./cm² (Tableau 3). Les dépôts les plus élevés sont observés pour le Thuricide 48LV en 1984 et le San 415 (936) avec plus de 200 x 10^3 U.F.C./cm² comparativement à moins de 90 x 10^3 U.F.C./cm² pour les autres préparations. C'est pour le Thuricide 48LV en 1985 que l'on obtient le plus faible dépôt. Pour les différentes préparations, les valeurs maximales sont jusqu'à 15 fois plus élevées que les moyennes (Thuricide 32LV).

Pour les spores viables, les moyennes sont de deux à trois fois plus élevées que les médianes, ce qui est dû à une distribution asymétrique des valeurs par rapport aux moyennes. La présence de quelques échantillons avec des concentrations élevées, par rapport à un grand nombre d'échantillons avec de faibles concentrations, peut expliquer ce phénomène. Les écarts-types, toujours plus élevés que les moyennes, reflètent d'ailleurs une très grande variabilité dans les résultats.

Au tableau 4, on retrouve les concentrations de spores viables théoriquement émises lors des pulvérisations de B.t. en 1984 et 1985. Pour les trois produits pulvérisés en 1984, les concentrations varient de 438,5 x 10^3 à 883,9 x 10^3 U.F.C./cm² alors qu'en 1985, la concentration de Thuricide 48LV émise n'était que de 125,6 x 10^3 U.F.C./cm². La faible quantité de spores viables dans les préparations opérationnelle de Thuricide 48 LV en 1985 serait due à une modification apportée dans le procédé de fabrication de ce produit. En effet, cette année-là, le produit a été séché ce qui a pu détruire une partie

TABLEAU 4: Concentrations de spores viables dans les préparations opérationnelles et concentrations théoriques de B.t. émises lors des pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985

Produit	Concentrations de spores viables dans les préparations opérationnelles (U.F.C. x 10^{13}/l)				Volume émis (l/ha)	Concentrations théoriques émises (U.F.C.x10^3/cm²)
	N	x	±	E.T.[1]		
1984						
Thuricide 32LV	10	1,64	±	0,14	4,68	767,5
Thuricide 48LV	16	1,85	±	0,27	2,37	438,5
San 415	3	2,49	±	0,18	2,37 (bloc 931)	590,1
					3,55 (bloc 936)	883,9
1985						
Thuricide 48LV	65	0,53	±	0,27	2,37	125,6

1. E.T.: Écart-type

des spores viables (Pelletier, M., comm. pers.). Ceci expliquerait en partie pourquoi nous avons détecté si peu de spores sur les substrats de collection en 1985 par rapport à l'année précédente.

Une comparaison entre la quantité d'U.F.C. retrouvée et celle theoriquement émise révèle qu'en moyenne, pour l'ensemble des produits, moins de 48% de la concentration de spores émise est retrouvée au sol (Tableau 5). Si on considère les médianes, ce pourcentage est réduit à 24%. Pour ces deux paramètres, les pourcentages les plus élevés sont observés pour le Thuricide 48LV en 1984, alors que les plus faibles sont ceux du Thuricide 48LV en 1985 avec moins de 1,2% de la concentrations émise. Les valeurs maximales par cm^2 ont dépassé jusqu'à 6,5 fois la concentration émise (Thuricide 48LV, 1984).

La contamination environnementale, par les spores viables, est donc très variable sur l'ensemble des superficies traitées. Celle-ci va dépendre, bien sûr, de la concentration émise mais aussi de la proportion d'insecticide qui, lors de la pulvérisation, sera filtrée par le feuillage ou transportée au loin. Cette proportion va varier selon les propriétés physiques du produit utilisé, les conditions de pulvérisation et les caractéristiques du milieu traité.

2.2.3 Comparaison entre les méthodes d'évaluation du dépôt

Une comparaison entre les trois méthodes d'évaluation du dépôt de B.t. au sol révèle des différences entre les types d'information fournie par chacune d'elles. Le nombre de gouttes et le nombre de colonies indiquent s'il y a eu dépôt ou non, mais ne renseignent nullement sur la quantité de spores viables déposées. Ces deux méthodes donnent une même image du dépôt, le nombre moyen de colonies correspondant au nombre moyen de gouttes par cm^2. La détermination du nombre d'U.F.C. par cm^2 est donc la seule des trois méthodes qui évalue directement la quantité de spores viables de B.t. qui atteint le sol et, par conséquent, l'importance de la contamination environnementale.

Lorsqu'on examine les données du tableau 3, on s'aperçoit de plus, que le nombre de gouttes n'est pas un bon indicateur du degré de contamination environnementale. Ainsi à titre d'exemple: pour le Thuricide 32LV, le nombre moyen de gouttes par cm^2 est 4,6 fois plus élevé que le Thuricide 48LV en 1984,

TABLEAU 5: Comparaison entre la quantité de spores viables de B.t. retrouvée au sol et celle théoriquement émise à l'intérieur des aires traitées en 1984 et 1985

Produit	Concentrations théoriques émises (U.F.C. x $10^3/cm^2$)	Concentrations de B.t. retrouvées au sol (U.F.C. x $10^3/cm^2$)					
		Moy	%	Med[1]	%	Max	%
1984							
Thuricide 32LV	767,5	89,9	11,7	43,9	5,7	1346	175,4
Thuricide 48LV	438,5	207,4	47,3	103,6	23,6	2840	647,7
San 415 (931)	590,1	36,4	6,2	18,3	3,1	175	29,7
San 415 (936)	883,9	280,0	31,7	99,0	11,2	1300	147,1
1985							
Thuricide 48LV	125,6	1,4	1,1	0,43	0,3	13,7	10,9

1. Med.: Médiane

alors que le nombre moyen d'U.F.C. est de 2,3 fois plus petit. Pour pouvoir relier adéquatement l'un et l'autre, il faudrait, connaissant la concentration émise et la dimension réelle des gouttes pour chaque produit, déterminer la quantité de spores viables par goutte. On doit toutefois se rappeler qu'avec le B.t., la répartition des spores par goutte n'est pas nécessairement homogène puisqu'il s'agit de suspension et non de dilution comme pour les insecticides chimiques (Smirnoff et Juneau, 1982). En l'absence de facteurs de correction appropriés, une seule méthode de mesure du dépôt ne peut donc être utilisée pour estimer à la fois la qualité du dépôt et la quantité de spores viables de B.t. au sol.

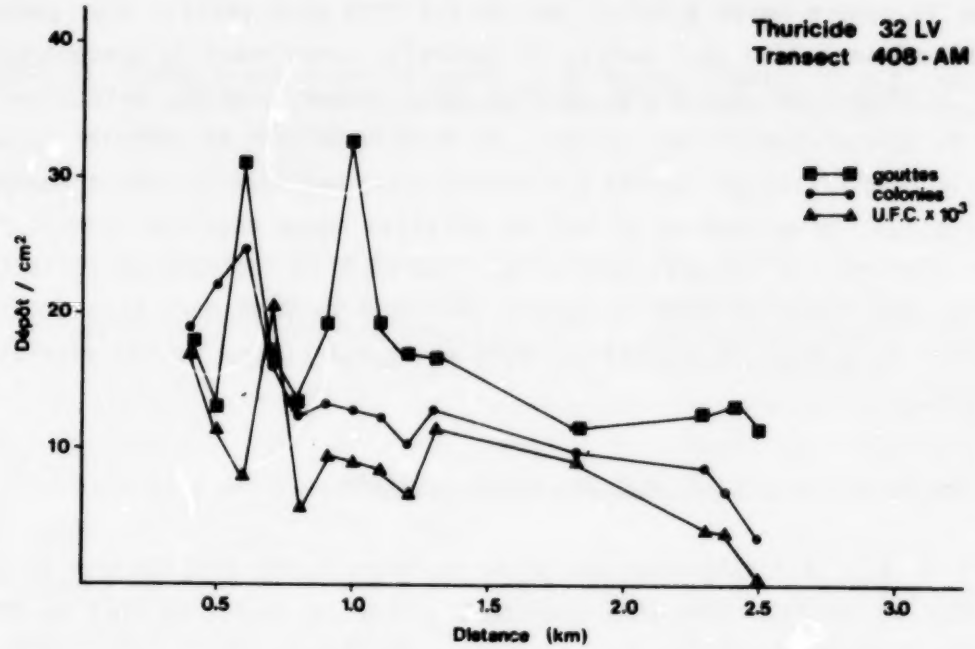
2.3 Dérive du B.t. à l'extérieur des aires traitées

La dérive du B.t. à l'extérieur des aires traitées a été étudiée pour le Thuricide 32LV et le Thuricide 48LV seulement. Pour le Thuricide 48LV en 1984, les données ne proviennent que d'un seul transect (Annexe 1).

La figure 5 illustre pour chacun des produits, et pour chacun des substrats de collection, le comportement du B.t. à l'extérieur des blocs traités en fonction de la distance exprimée en km. Malgré les fluctuations parfois importantes enregistrées dans le dépôt le long des transects échantillonnés, on remarque qu'en général la quantité d'insecticide retrouvée au sol diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne du bloc d'arrosage.

Une comparaison des dépôts, utilisant le τ de Kendall, montre, qu'à l'exception des gouttes et des U.F.C. pour le Thuricide 32LV, le dépôt sur les différents substrats varie de façon similaire le long des transects échantillonnés ($p=0,05$) (Tableau 6). Contrairement au Thuricide 48LV, les préparations de Thuricide 32LV contiennent une forte proportion de très petites gouttes. Il est donc possible que celles-ci aient été déportées par le vent sur d'assez longues distances d'où, un dépôt important en nombre de gouttes qui ne se traduit pas nécessairement par une grande quantité de spores viables par cm^2.

Si on considère le nombre d'U.F.C. par cm^2, on s'aperçoit que la contamination environnementale est peu importante à l'extérieur des aires traitées et que celle-ci diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne du secteur cible



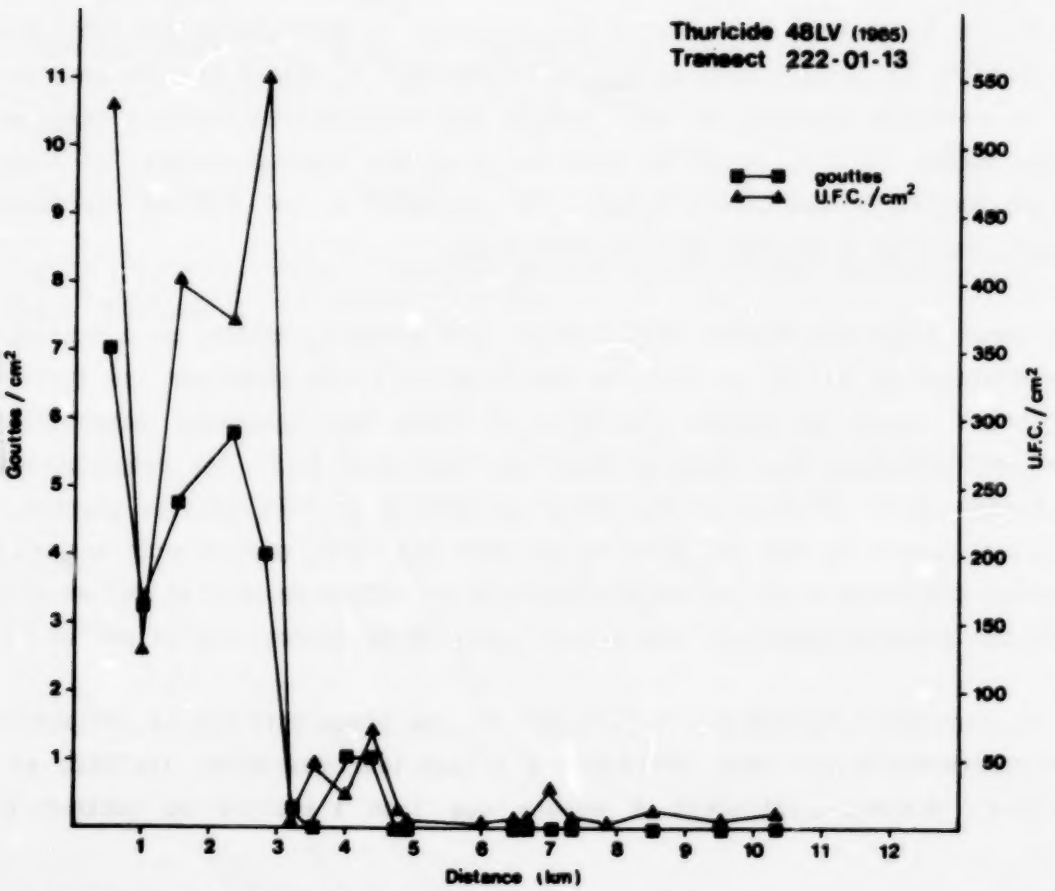


Figure 5 : Variations du dépôt d'insecticide biologique (B.t.) observées le long de transects échantillonnés à l'extérieur des aires traitées.

TABLEAU 6: Examen des relations existant entre les dépôts sur les différents substrats suite aux pulvérisations d'insecticide biologique en 1984 et 1985 (τ de Kendall) - Transects extérieurs

1984						1985			
Thuricide 32LV N=50			Thuricide 48LV N=16			Thuricide 48LV (4M) N=135		Thuricide 48LV (MM) N=98	
	Col	UFC		Col	UFC		UFC		UFC
Gtes	0,26	0,19*	Gtes	--	--	Gtes	0,49	Gtes	0,56
Col	--	0,55	Col	--	0,72				

* Différence significative p=0,05
Gtes: gouttes
Col: colonies

(Figure 6). Alors qu'en bordure des blocs traités (0-1 km), on retrouve jusqu'à 24,8% de la quantité d'U.F.C. théoriquement émise (Thuricide 32LV), entre trois et quatre km, la valeur maximale détectée n'est plus que 5,3%. Les valeurs les plus élevées sont pour le Thuricide 48LV en 1984. C'est aussi pour ce transect que l'on a enregistré les vents les plus forts soit 30-35 km/h (Annexe 1). On a retrouvé du dépôt à plus de dix km des aires d'arrosage mais à des concentrations qui n'excèdent pas 0,02% de la dose émise.

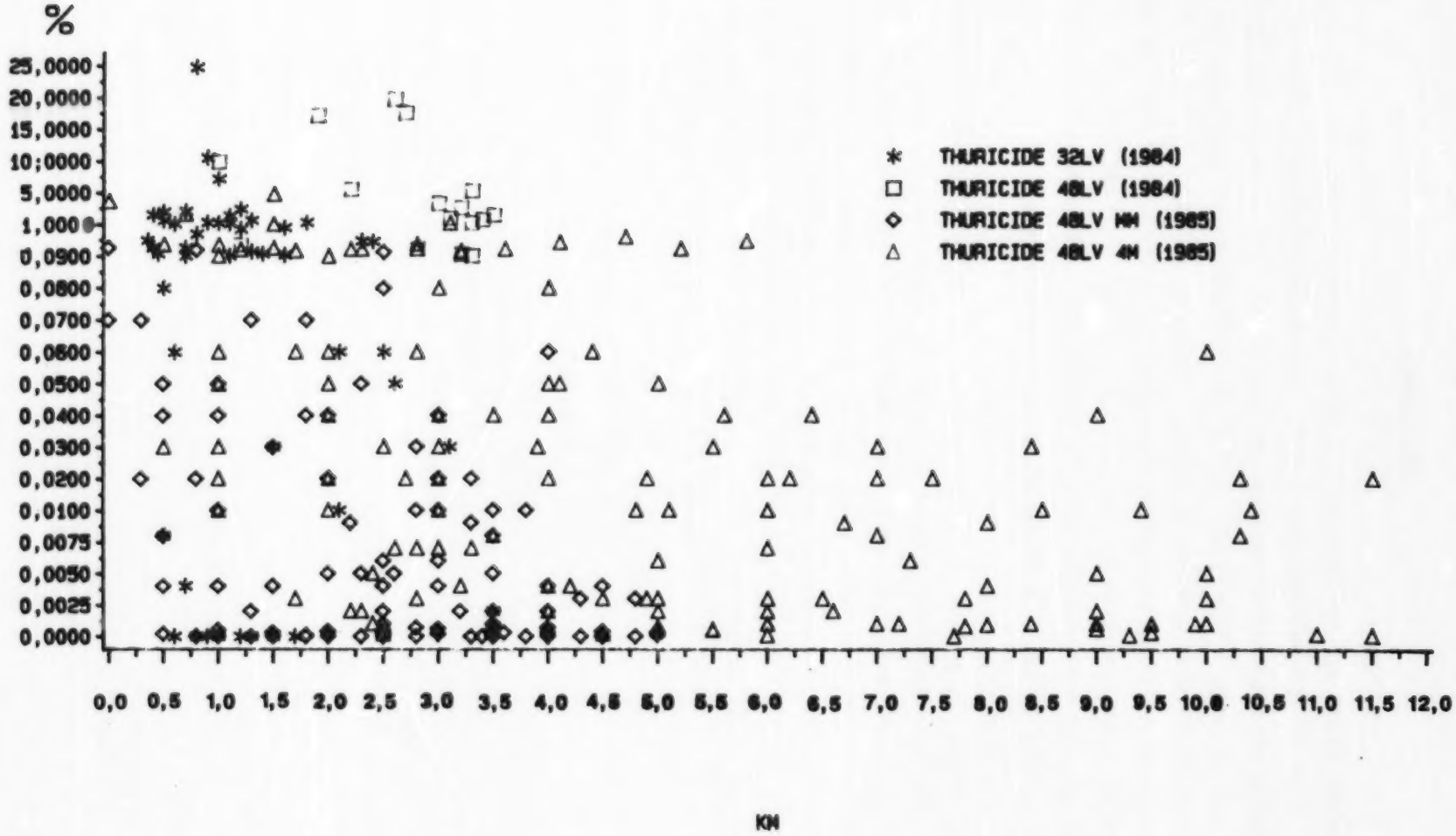


Figure 6: Pourcentage de spores viables de B.t. retrouvées a l'extérieur des aires traitées

CONCLUSION

L'analyse des résultats obtenus, suite à l'utilisation des trois méthodes de mesure du dépôt d'insecticide au sol, révèle une complémentarité dans le type d'informations recueillies. Alors que les gouttes et les colonies donnent une évaluation qualitative du dépôt, les U.F.C. renseignent directement sur la quantité de spores viables déposées. Étant donné l'absence de facteurs adéquats permettant de convertir le nombre de gouttes en quantité de spores viables, la détermination du nombre d'U.F.C. par cm^2 s'avère donc, dans l'état actuel de nos connaissances, la méthode la plus valable pour estimer le degré de contamination environnementale en terme de spores viables de B.t. au sol.

La contamination varie selon la localisation d'un site par rapport au bloc traité, la position des lignes de vol, les conditions météorologiques et les caractéristiques du milieu. Il arrive donc, dans les sites les plus exposés, que la quantité de spores retrouvée au sol soit supérieure à la concentration émise. En général toutefois, la contamination environnementale par les spores de B.t. est relativement peu importante à l'intérieur des blocs, en moyenne moins de 48% de la concentration émise est retrouvée au sol, et celle-ci diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne du secteur cible.

BIBLIOGRAPHIE

BLANCHET, C. et B. LAMONTAGNE, 1984. Evaluation du dépôt (spores de B.t. par cm^2). Québec, Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, document non-publié.

CARDINAL, P., 1986. Cahier des méthodologies analytiques pour le Bacillus thuringiensis. Québec, Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 29p.

DUGAL, J., L. MAJOR, P. CARDINAL et S. DELISLE, 1985. Etude de la persistance des insecticides biologiques dans les eaux naturelles en milieu forestier. Québec, Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 29p.

SCHERRER, B., 1984. Biostatistique, Gaétan Morin ed., Chicoutimi, 850 p.

SMIRNOFF, W.A. et A. JUNEAU, 1982. Analyse physique de la dispersion de Bacillus thuringiensis contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Environnement Canada, Service canadien des forêts, Centre de recherches forestières des Laurentides, LAU-X-55, 18p.

ANNEXES

ANNEXE 1

Tableau 1.1: Transects intérieurs surveillés en 1984 suite aux pulvérisations d'insecticide biologique

PRODUIT	TRANSECTS[1]	DATE	PÉRIODE	VENT		LONGUEUR ÉCHANTILLONNÉE (km)	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	DÉLAIS DE RÉCOLTE (h)
				v (km/h)	direction			
Thuricide32LV								
	402-24-28	10/06	am	5-8	S-E	2,3	24	1.0[2]
	408-12-15	10/06	am	10-15	S-E	1,6	17	1,2 - 1,7
	408-05-09	10/06	pm	5	S-E	1,7	17	1,0 - 1,75
	415-05-02	14/06	am	<5	S-E	1,0	13	1,0 - 1,7
	424-02-05	07/06	pm	15-0	N-O → S-E[3]	1,2	13	2,2 - 3,3
	424	07/06	pm	15-5	N-O → S-E[3]	0,75	16	3,0[2]
Thuricide48LV								
	511-20-23	24/06	am	0-10	Nulle ou N-E	1,1	15	1,0 - 1,75
	514-02-05	16/06	am	0-5	Nulle → N-E	1,3	16	1,1 - 2,2
	514-20-24	16/06	pm	0-5	S-E	1,3	17	1,7[2]
	515-15-17	14/06	am	2-15	O	1,0	11	1,3 - 2,2
San 415								
	931-01-19	14/06	am	0-10	Nulle → N-O	1,15	24	1,0 - 1,8
	936-01-15	16/06	pm	5	S-E	0,9	19	1,0 - 1,75

1. Transects 931-01-19 et 936-01-15: monomoteurs.
   autres transects: quadrimoteurs.
2. Délai de récolte du premier échantillon.
3. Changement de direction du vent après avoir installé le transect.

ANNEXE 1

Tableau 1.2: Transects extérieurs surveillés en 1984 suite aux pulvérisations d'insecticide biologique

PRODUIT	TRANSECTS[1]	DATE	PÉRIODE	VENT		DISTANCE MAX. P/R AU BLOC TRAITÉ (km)	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	DÉLAIS DE RÉCOLTE (h)
				v (km/h)	direction			
Thuricide32LV								
	T-402-01	10/06	am	15	S-E	3,5	17	2,5[2]
	T-408-01	10/06	am	10	S-E	2,5	14	1,7 - 2,3
	T-408-05	10/06	pm	5	S-E	1,7	11	2,7 - 3,2
	T-424-02	07/06	pm	5	N-O	2,1	8	4,0[2]
Thuricide48LV								
	T-508-02	01/07	am	faible → 30-35	Nulle → E	3,5	16	1,4 - 2,9

1. Tous les transects: quadrimoteurs.
2. Heure de récolte du dernier échantillon. Le premier échantillon de ce transect a été récolté au moins 1h00 après la fin de la pulvérisation.

ANNEXE 1

Tableau 1.3: Transects intérieurs surveillés en 1985 suite aux pulvérisations de Thuricide 48LV à l'aide de quadrimoteurs

TRANSECTS	DATE	PÉRIODE	VENT		LONGUEUR ÉCHANTILLONNÉE (km)	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	DÉLAIS DE RÉCOLTE (h)
			v (km/h)	direction			
145-21-25	07/06	pm	5-3[1]	S-S-E	1,15	24	1,7 - 1,8
145-26-22	07/06	pm	5-3[1]	S-S-E	1,2	23	1,0 - 1,75
145-30-34	08/06	am	8-12[2]	N-E	1,15	24	1,0 - 1,6
146-28-32	04/06	pm	5-10(au début);5	S-S-O	1,45	30	1,2 - 2,2
148-01-05	04/06	pm	10[1]	S-S-O	1,25	26	1,2 - 2,6
223-28-31	06/06	pm	---	---	1,15	22	2,25 - 2,8
224-28-24	15/06	am	7-10[1](10-25)[3]	E	1,55	32	1,0 - 2,0
224-35-39	12/06	pm	10-5[1]	E	1,4	29	1,2 - 2,5
226-01-04	08/06	pm	5-10[1]	S-O	1,0	20	2,0 - 3,3

1. Météo prise durant la pulvérisation.
2. Météo prise 20 min. après la fin de la pulvérisation.
3. Météo prise après la fin de la pulvérisation.

Tableau 1.4: Transects extérieurs surveillés en 1985 suite aux pulvérisations de Thuricide 48LV à l'aide de quadrimoteurs

TRANSECTS	DATE	PÉRIODE	VENT			DISTANCE MAX. P/R AU BLOC TRAITÉ (km)	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	DÉLAIS DE RÉCOLTE (h)
			durant la pulvér. (km/h)	après la pulvér. (km/h)	direction			
135-01-18	30/06	am	5-20	10-5	S-O → S-S-O	11,5	12	1,25 - 2,7
145-01-28	07/06	pm	10-5	--	S-S-E → E-S-E	5,5	7	1,0 - 2,0
146-24-36	04/06	pm	5-10	5	S-S-O	10,0	9	2,3 - 2,7
148-01-18	04/06	pm	10	--	S-S-O	4,5	9	3,1 - 3,7
222-01-13	27/06	am	5	20-25	O → S-O	10,3	20	1,0 - 2,1
223-33-40	17/06	am	0-5	0-5	N-N-O → N	6,2	13	1,8 - 2,8
224-23-28	15/06	am	7-10	10 à 25	E	10,0	10	2,0 - 3,0
227-01-04	09/06	am	3	5	S-S-O	11,0	7	1,0 - 2,0
230-13-25	09/06	am	5	5	N-N-E	10,0	9	1,75 - 2,7
324-15-24	26/06	pm	25-15	5 à 10	N	5,5	16	1,5 - 2,75
326-11-19	16/06	pm	5	2 à 5	S-O → S-E	10,0	10	2,3 - 2,8
327-39-48	27/06	am	5	10 à 15	N-N-E	11,5	13	2,0 - 2,7

ANNEXE 1

Tableau 1.5: Transects extérieurs surveillés en 1985 suite aux pulvérisations de Thuricide 48LV à l'aide de monomoteurs

TRANSECTS	DATE	PÉRIODE	VENT			DISTANCE MAX. P/R AU BLOC TRAITÉ (km)	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	DÉLAIS DE RÉCOLTE (h)
			durant la pulvér. (km/h)	après la pulvér. (km/h)	direction			
408-01-11[1]	21/06	am	5	5	E → N-O	5,0	16	1,1 - 2,25
411-01-39	19/06	pm	10	-	O	3,6	9	1,7 - 2,3
427-01-24	29/06	am	0-5	5-15	O	4,0	6	1,25 - 1,7
430-13-23	09/06	am	2	2-7	E → S-E	4,5	5	2,0 - 2,25
431-34-47	09/06	pm	15	20-25	N	3,0	5	1,1 - 1,4
435-01-36	03/06	pm	5-10	0-5	E → N-E	3,5	15	1,0 - 1,9
436-01-13	04/06	am	0-5	5	O → N-O	4,8	20	1,0 - 1,75
437-18-35[2]	04/06	pm	0-2	2-5	E → O	5,0	18	1,0 - 2,3
437-36-52	05/06	am	5-10	5-15	N-O → O	4,0	4	1,75 - 2,25

1. On a tenu compte du changement de direction du vent dans la disposition du transect.
2. Dépôt très faible suite au changement de direction du vent.

ANNEXE 2

Tableau 2.1: Dépôts moyens d'insecticide biologique pour les transects situés à l'intérieur des aires traitées en 1984

TRANSECTS	N	Gouttes / cm²				Colonies / cm²				U.F.C. X 10^3 / cm²			
		$\bar{x}$ ± E.T.[1]	Med[2]	Min	Max	$\bar{x}$ ± E.T.	Med	Min	Max	$\bar{x}$ ± E.T.	Med	Min	Max
Thuricide 32LV													
402-24-28	24	41,1 ± 18,6	37,0	15,0	75,7	24,4 ± 22,1	17,9	0,35	69,0	37,3 ± 60,9	2,9	0,06	202
408-12-15	17	38,8 ± 17,2	30,3	21,5	81,2	33,4 ± 15,9	27,7	3,9	65,1	92,3 ± 108,8	47,3	8,6	439
408-05-09	17	21,6 ± 7,7	21,3	7,0	34,0	14,0 ± 7,0	13,0	0,17	28,1	27,9 ± 19,5	27,4	0,02	62,1
415-02-05	13	15,5 ± 17,1	13,7	0	61,3	39,2 ± 15,1	40,7	4,9	65,9	245,1 ± 367,5	134	21,0	1346
424-02-05	13	39,9 ± 14,9	38,0	19,7	60,0	44,2 ± 14,6	41,0	25,2	67,9	120,4 ± 65,8	114	18,6	245,6
424	16	30,8 ± 11,8	31,3	11,7	52,7	40,9 ± 10,3	42,5	12,7	55,7	81,7 ± 66,4	90,3	1,49	185,6
Thuricide 48LV													
511-20-23	15	0,85± 1,41	0	0	5,0	5,5 ± 3,4	4,4	2,4	12,7	13,5 ± 16,4	5,7	0,62	54,0
514-02-05	16	10,2 ± 6,5	7,7	4,5	28,7	13,3 ± 6,8	10,3	6,2	28,5	147,9 ± 78,5	145	34,9	336
514-20-24	17	9,1 ± 6,3	9,0	0	23,5	10,9 ± 5,5	10,5	1,8	23,7	507,8 ± 671,1	294	71,6	2840
515-15-17	11	7,5 ± 3,5	7,0	3,5	14,0	20,5 ± 5,8	21,9	13,2	33,0	94,0 ± 91,7	76,6	9,3	291,3

1. E.T.: Écart-type
2. Med.: Médiane

ANNEXE 2

Tableau 2.2: Dépôts moyens de Thuricide 48LV pour les transects situés à l'intérieur d'aires traitées aux quadrimoteurs en 1985

Transects	N	Gouttes / cm²						U.F.C. X 10^3 / cm²					
		$\bar{x}$	±	E.T.[1]	Med[2]	Min	Max	$\bar{x}$	±	E.T.	Med	Min	Max
145-21-25	24	20,0	±	11,0	17,3	4	55	0,54	±	0,24	0,55	0,13	1,3
145-26-22	23	11,6	±	6,9	10,7	0	26	1,9	±	2,4	0,64	0,046	9,4
145-30-34	24	29,2	±	21,6	24,0	0,75	80,5	1,1	±	1,1	0,68	0,041	4,5
146-28-32	30	4,5	±	4,4	3,3	0	19,5	0,32	±	0,62	0,14	0,036	3,4
148-01-05	26	5,9	±	8,9	1,9	0	33	0,39	±	0,79	0,11	0,0028	3,7
224-28-24	32	14,0	±	6,4	12,6	3,5	30	5,8	±	3,7	4,5	0,82	13,7
224-35-39	29	8,2	±	7,0	7,0	0	23,3	0,51	±	0,69	0,25	0,014	3,4
223-28-31	22	13,8	±	9,8	14,0	0,5	29,5	0,44	±	0,45	0,35	0,032	2,1
226-01-04	20	3,2	±	3,4	1,7	0	13	0,09	±	0,18	0,005	0,0013	0,68

1. E.T.: Écart-type
2. Med.: Médiane

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service des études environnementales